CHINA RAILWAY DESIGN CORPORATION
КОСТЕ РАЦИНА 16б, 11000 БЕОГРАД
САОБРАЋАЈНИ ИНСТИТУТ ЦИП д.о.о.
11000 БЕОГРАД, НЕМАЊИНА 6/IV
тел: 011/3618-134, факс: 011/3618-324,
web site: www.sicip.co.rs

2/3.1.1.5.2. НАСЛОВНА СТРАНА

2/3 ПРОЈЕКАТ ДРУМСКИХ САОБРАЋАЈНИЦА

Инвеститор:	„Инфраструктура Железнице Србије“ а.д. Немањина 6/4, Београд
Наручилац:	Конзорцијум фирми: China Railway International Corporation Ltd. China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
Објекат:	Пруга Београд – Суботица - државна граница (Келебија), **ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА),** у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци
Врста техничке документације:	**ПГД-** Пројекат за грађевинску дозволу
Назив и ознака дела пројекта:	**2/3.1.1.5.2 Денивелација атарског пута – надвожњак на km 84+809.19 пруге, Приступни пут службеном месту Руменка на km. 84+043.75 пруге - пројекат коловозне конструкције**
За грађење / извођење радова:	Нова градња
Пројектант:	China Railway Design Corporation Serbia Ogranak Beograd Косте Рацина 16б 11000 Београд, Србија
Одговорно лице пројектанта:	Генерални директор: 耿欣 (Генг Ксин)
Потпис:	XIN GENG Digitally signed by XIN GENG DN: c=CN, 2.5.4.97=MB:RS-29507694, 2.5.4.97=VATRS-110796671, o=CHINA RAILWAY DESIGN CORPORATION SERBIA OGRANAK BE, serialNumber=CA:RS-44102, serialNumber=PASCN-PE2112022, sn=GENG, givenName=XIN, cn=XIN GENG Date: 2021.07.20 13:34:23 +02'00'
Одговорни пројектант:	Бојан Ратковић, дипл. грађ. инж. Лиценца број: 315 И00636 19
Потпис:	Bojan Ratković Digitally signed by Bojan Ratković DN: c=RS, serialNumber=CA:RS-28122, serialNumber=PNORS-1203983710168, sn=Ratković, givenName=Bojan, cn=Bojan Ratković Date: 2021.07.20 13:20:58 +02'00'
Број дела пројекта:	2020-001-ГС-2/3.1.1.5.2
Место и датум:	Београд, април 2021.

ТЕХНИЧКА КОНТРОЛА ПРОЈЕКТА ЗА ГРАЂЕВИНСКУ ДОЗВОЛУ

2/3.1.1.5.2 ДЕНИВЕЛАЦИЈА АТАРСКОГ ПУТА – НАДВОЖЊАК НА КМ 84+809.19 ПРУГЕ, ПРИСТУПНИ ПУТ СЛУЖБЕНОМ МЕСТУ РУМЕНКА НА КМ 84+043.75 ПРУГЕ – ПРОЈЕКАТ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Објекта: Пруга Београд - Суботица - државна граница (Келебија), **ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)**, у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци, на основу Закона о планирању и изградњи („Службени гласник РС” бр. 72/09, 81/09 – исправка, 64/10 – одлука УС, 24/11, 121/12, 42/13 – одлука УС, 50/13 – одлука УС, 98/13 – одлука УС, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19, 37/19 - др. Закон, 9/20 и 52/21) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката (“Службени гласник РС”, бр. 73/2019), извршена је техничка контрола предметне документације, од стране предузећа CESTRA d.o.o. Београд.

ПРОЈЕКАТ СЕ ПРИХВАТА

Вршилац техничке контроле: CESTRA d.o.o,
Макензијева 57, Београд

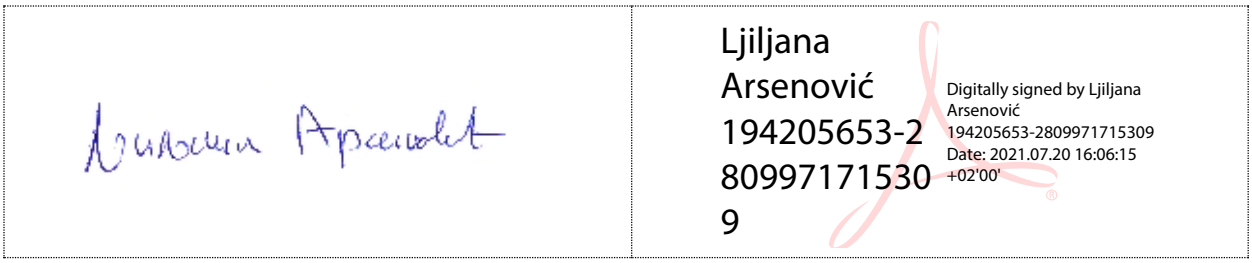
Број лиценце: 351-02-03374/2020-09 од 18.03.2021.

Одговорно лице/Заступник: Директор:
Драган Милић, дипл.грађ.инж.

Потпис:

Вршилац техничке контроле: Љиљана Арсеновић, дипл.грађ.инж.
Број лиценце: 315 D173 06

Потпис:



Број техничке документације: A10312-61/21

Место и датум: Београд, 2021.

2/3.1.1.5.2.2. САДРЖАЈ ПРОЈЕКТА ДЕНИВЕЛИСАНИХ УКРШТАЈА И ДЕВИЈАЦИЈА ПОСТОЈЕЋИХ ПУТЕВА-ПРОЈЕКАТ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

2/3.1.1.5.2.1	Насловна страна
2/3.1.1.5.2.2	Садржај
2/3.1.1.5.2.3	Решење о одређивању одговорног пројектанта
2/3.1.1.5.2.4	Изјава одговорног пројектанта
2/3.1.1.5.2.5	Текстуална документација
2/3.1.1.5.2.5.1	Пројекат коловозне конструкције
2/3.1.1.5.2.6	Нумеричка документација

2/3.1.1.5.2.3. РЕШЕЊЕ О ОДРЕЂИВАЊУ ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу члана 128а, Закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 72/09, 81/09-исправка, 64/10- одлука УС, 24/11, 121/12, 42/13-одлука УС, 50/13-одлука УС, 98/13-одлука УС, 132/14, 145/14, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - др.закон и 9/2020) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката ("Службени гласник РС", бр. 73/2019) као:

О Д Г О В О Р Н И П Р О Ј Е К Т А Н Т

за израду **ПРОЈЕКТА ДРУМСКИХ САОБРАЋАЈНИЦА - 2/3.1.1.5.2 Денивелација атарског пута – надвожњак на km 84+809.19 пруге, Приступни пут службеном месту Руменка на km. 84+043.75 пруге - пројекат коловозне конструкције**, који је део ПГД - Пројекта за грађевинску дозволу за изградњу пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), **ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)**, у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци, одређује се:

Бојан Ратковић, дипл.грађ.инж. _____315 И00636 19

Пројектант:	CHINA RAILWAY DESIGN CORPORATION SERBIA OGRANAK BEOGRAD, Косте Рацина 16б
Одговорно лице/заступник:	Генерални директор: Генг Ксин, дипл.инж.
	Потпис:
Број техничке документације:	2020-001-ГС-2/3.1.1.5.2
Место и датум:	Београд, април 2021.

2/3.1.1.5.2.4. ИЗЈАВА ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

Одговорни пројектант пројекта **ПРОЈЕКТА ДРУМСКИХ САОБРАЋАЈНИЦА - 2/3.1.1.5.2 Денивелација атарског пута – надвожњак на km 84+809.19 пруге, Приступни пут службеном месту Руменка на km. 84+043.75 пруге - пројекат коловозне конструкције**, који је део ПГД - Пројекта за грађевинску дозволу за изградњу пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), **ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)**, у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци:

Бојан Ратковић, дипл. грађ.инж.

И З Ј А В Љ У Ј Е М

1. да је пројекат у свему у складу са издатим Локацијским условима:

-бр.ROP-MSGI-28188-LOCH-4/2020, Заводни број: 350-02-00031/2020-14 од 06.04.2020,

-бр.ROP-MSGI-28188-LOCH-4/2020, Заводни број: 350-02-00031/2020-14 од 07.04.2020 - Решење о исправци грешке,

-бр.ROP-MSGI-7141-LOC-1/2020, Заводни број: 350-02-00109/2020-14 од 08.05.2020,

-бр.ROP-MSGI-931-LOC-3/2020, Заводни број: 350-02-00192/2020-14 од 29.05.2020;

2. да је пројекат израђен у складу са Законом о планирању и изградњи, прописима, стандардима и нормативима из области изградње објеката и правилима струке;

3. да је пројекат у свему у складу са начинима за обезбеђење испуњења основних захтева за објекат прописаних елаборатима и студијама.

Одговорни пројектант:	Бојан Ратковић, дипл. инж. грађ
Број лиценце:	315 И00636 19
	Потпис:
Број техничке документације:	2020-001-ГС-2/3.1.1.5.2
Место и датум:	Београд, април 2021.

2/3.1.1.5.2.5 ТЕКСТУАЛНА ДОКУМЕНТАЦИЈА

2/3.1.1.5.2.5.1 ПРОЈЕКАТ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

ПРОЈЕКАТ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

1. ОПШТЕ

Пројектом модернизације мађарско-српске железнице, предвиђена је реконструкција, модернизација и изградња двоколосечне пруге Београд-Будимпешта (Koridor Xb) за мешовити путнички и теретни саобраћај и брзине до 200 km/h, у складу са европским стандардима и Техничким спецификацијама интероперабилности (TSI) Транс-европске транспортне мреже (TEN-T).

У оквиру овог пројекта за грађевинску дозволу (ПГД) треба димензионисати флексибилну коловозну конструкцију за прилазе денивелисаном укрштају-мосту на стационажи km. 84+809.19 пруге Е-85 Нови Сад-Суботица и службеном месту Руменка на стационажи km. 84+043.75 пруге као и коловозну конструкцију без застора, под ознаком 2/3.1.1.5.2.

Атарски пут је намењен пољопривредној механизацији током сезоне извођења радова.

Прилаз службеном месту Руменка је намењен путничким и комуналним возилима.

Димензионисање је урађено на основу важећих стандарда и прописа.

2. ПРИМЕЊЕНИ СТАНДАРДИ И РАЧУНАРСКИ ПРОГРАМИ

При изради појединих делова ове документације примењени су следећи стандарди:

SRPS U.C4.011/1990	-	Техничка документација. Пројекат коловозне конструкције
SRPS U.C4.010/1981	-	Одређивање укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења
SRPS U.C4.012/1981	-	Димензионасање нових флексибилних коловозних конструкција
SRPS U.C4.016/1981	-	Климатски и хидролошки услови
SRPS U.B9.012/1981	-	Процена осетљивости коловозне на дејство мраза и техничке мере за спречавање оштећености
SRPS U.E1.012/1981	-	Осетљивост материјала-тла на дејство мраза
SRPS U.E4.014/1990	-	Израда хабајућег слоја од асфалтних бетона по врућем поступку- Технички услови
SRPS U.E8.010/1981	-	Носивост и равност на нивоу постељице
SRPS U.E9.021/1986	-	Израда горњих носећих слојева од битуменизираног материјала по врућем поступку- Технички услови

као и следећи рачунарски програми:

- Обрада текста — WORD
- Анализа података — EXCEL

3. КАРАКТЕРИСТИКЕ ТЕРЕНА

На основу података из геотехничког елабората за ниво ИДП-а који је на траси постојеће пруге Нови Сад – Суботица урадио "Louis Berger" са својим партнерима 2015 године за Инвеститора, и геотехничког елабората који је за потребе овог пројекта за грађевинску дозволу урадила фирма "CPL" 2020. године, а за наручиоца "CRDC", постојећи материјал на нивоу постељице саобраћајних површина дефинисан је из истражних јама SRDC-17, CRDC-18, CRDC-19 и има следеће карактеристике:

- Запреминска тежина у природном стању ρ = 1.55 – 1.84 g/m^3
- Запреминска тежина у сувом стању ρ_d = 1.49 – 1.63 g/m^3
- Влажност материјала у природном стању је W = 3.6 – 12.8 %
- Запреминска тежина по Проктору γ_{dmax} = 1.69 – 1.79 t/m^3
- Оптимална влажност материјала је W = 14.5 – 18.6 %
- Калифорнијски индекс носивост CBR = 3.5 – 7.5%

На основу ових података и нивелационих захтева, постојећи материјал на нивоу постељице не задовољава захтеве за постељицу коловозне конструкције, и потребно је применити препоруке из геотехничког елабората. После уклањања хумуса од 1.0 m, на локално подтло треба поставити геотекстил и насип правити од песка у слојевима од по 30 cm (рефулисани или мајдански). Завршни слој насипа од песка, дебљине 30 cm, обрадити као постељицу.

Према јединственој класификацији (УСЦС) постојећи материјал на нивоу постељице спада у прашинасто глиновити материјал са ознаком CL и ML, односно према ЕСЦС класификацији ознака је saCl-CIL:

Према AASTHO класификацији је материјал типа A-6, што представља слабу постељицу за коловозне конструкције.

На основу ових параметара треба извршити замену материјала у постељици испод свих саобраћајница са застором, да би била постигнута уједначена носивост на нивоу постељице.

Минимални захтеви за материјал у постељици, рефулисани (мајдански) песак, су:

- CBR_{lab} > 5 %, (при Sz=100% у односу на Прокторов опит)
- Максимална сува запреминска тежина по Проктору γ_d max>18.0 kN/m^3
- Влажност материјала при уграђивању не сме варирати за више од ±2% од оптималне влажности одређене по Прокторовом опиту,
- Материјал мора бити неосетљив на штетно дејство мраза и постојан под градилишним саобраћајем,
- У песку, садржај органских материја не сме обојити садржај 3%-ни раствор натријумовог талога тамније од референтне боје (SRPS EN 1744-1),
- Примесе ситних честица (ситнијих од 0.425 mm) морају имати индекс пластичности мањи од Ip<6%,
- Еквивалент песка, Es>50, у складу са SRPS EN 933-8.

Физичко механичке карактеристике геотекстила су детаљно наведене у препорукама у геотехничком елаборату.

4. КАРАКТЕРИСТИКЕ КЛИМЕ

4.1 Подаци о температурама ваздуха

Подаци о температурама ваздуха су узети из метеоролошке станице Римски шанчеви – Нови Сад и дати у табели 1.

Табела 1: Метеоролошка станица Римски шанчеви

Jan	Feb	Mart	Apr	Maj	Juni	Juli	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec		
1.0	-2.6	8.1	9.6	12.8	19.9	21.8	20.1	17.7	10.2	6.6	-1.7	**10.3**	**1991**
1.0	3.2	6.7	12.6	16.3	18.8	20.7	24.4	16.2	10.8	6.5	0.0	**11.4**	**1992**
-0.2	-1.9	4.3	11.2	19.0	19.9	21.5	22.0	16.6	13.1	2.3	3.3	**10.9**	**1993**
2.7	2.1	8.8	11.7	17.0	20.1	23.5	23.0	20.2	9.9	6.5	2.1	**12.3**	**1994**
-0.1	6.4	5.7	11.2	15.8	19.0	23.2	20.3	15.4	12.0	3.2	1.7	**11.2**	**1995**
-1.1	-2.4	2.2	11.6	18.1	20.6	20.0	20.7	13.0	11.6	8.5	0.5	**10.3**	**1996**
-1.4	3.2	5.5	7.5	17.7	20.7	20.1	20.1	16.0	8.8	6.5	3.0	**10.6**	**1997**
3.2	5.2	4.0	13.2	16.1	21.5	21.6	21.7	15.7	12.7	4.2	-3.8	**11.3**	**1998**
0.8	1.7	8.0	12.7	16.9	20.1	21.2	21.3	18.9	11.6	4.1	1.1	**11.5**	**1999**
-1.8	3.9	6.8	14.7	18.5	22.0	22.2	24.3	17.2	13.9	10.4	3.3	**13.0**	**2000**
3.0	4.1	10.2	10.9	17.8	18.0	21.8	22.4	15.1	14.1	3.6	-3.4	**11.5**	**2001**
0.2	6.7	8.6	11.1	19.1	22.0	23.5	21.5	16.4	12.1	9.5	0.5	**12.6**	**2002**
-1.9	-4.5	5.6	11.3	20.6	24.2	22.4	24.3	16.6	9.8	7.7	2.1	**11.5**	**2003**
-1.2	2.4	6.4	12.0	15.0	19.5	22.1	21.4	15.9	13.5	6.5	2.6	**11.3**	**2004**
0.1	-3.7	4.3	11.8	17.2	19.4	21.4	19.5	17.3	11.6	5.3	2.1	**10.5**	**2005**
-1.3	0.9	5.7	12.7	16.5	19.7	23.6	19.7	18.0	13.3	7.6	2.8	**11.6**	**2006**
6.1	5.8	8.9	13.4	18.5	22.1	23.3	22.7	14.6	10.6	3.9	0.0	**12.5**	**2007**
1.9	4.8	7.9	13.0	18.4	21.9	21.7	22.2	15.7	13.2	7.9	3.7	**12.7**	**2008**
-1.5	2.2	6.8	14.6	14.6	18.6	19.6	22.8	23.0	19.3	11.7	8.3	**13.3**	**2009**
-0.6	1.9	6.8	12.3	17	20.2	23.1	21.9	16.1	9.1	9.5	0.8	**11.5**	**2010**
0.1	-0.2	6.0	13.2	16.8	20.9	22.1	23.0	20.4	10.7	2.8	4.2	**11.7**	**2011**
1.7	-4.9	8.1	13.0	17.5	23.0	25.2	24.6	19.8	12.7	9.1	0.3	**12.5**	**2012**
2.3	3.6	5.4	13.4	17.4	20.2	22.3	22.9	15.7	13.6	8.4	1.6	**12.2**	**2013**
4.2	6.1	9.9	13.2	16.3	20.5	21.9	20.9	17.2	13.3	8.5	3.4	**13.0**	**2014**
2.8	2.6	7.2	12.0	18.0	20.7	24.9	24.5	18.7	11.3	7.8	3.2	**12.8**	**2015**
1.3	7.5	7.8	14.2	16.9	21.7	22.8	21.1	18.5	10.2	6.3	-0.3	**12.3**	**2016**
-4.9	4.2	9.9	11.4	17.6	23.2	24.3	24.8	16.9	12.5	7.1	3.8	**12.6**	**2017**
4.3	1.2	5.0	17.2	20.4	21.5	22.0	24.0	18.5	14.8	8.0	1.7	**13.2**	**2018**
-0.1	4.2	9.8	13.4	14.7	23.2	23.3	24.4	18.2	13.8	11.2	4.6	**13.4**	**2019**
0.7	**2.2**	**6.9**	**12.4**	**17.2**	**20.8**	**22.3**	**22.3**	**17.2**	**12.2**	**6.9**	**1.8**	**11.9**	

Средња годишња температура ваздуха је између 10.3 и 13.4 ^{o}C, а температурна амплитуда је око 23.7 ^{o}C [1].

Тежински фактор сваку средњу месечну температуру WF је:

$WF = 10^{(-1.224+0.06508*Tvaz-0.000145*Tvaz*Tvaz)} = 0.576329$

$WMAAT = 19.66+16.91*LOG(WFav)+0.3117*(LOG(WFav))^2 = 15.63079$

Меродавна температура слоја је:

$WMAPT = WMAAT*(1+2.54/(z+10.16))-(2.778/(z+10.16))+3.333$

Температуре битуменом везаних слојева коловозне конструкције према методу Концерна “SHELL” су за претпостављену дебљину асфалтних слојева од 5 до 14 cm:

$T = 22.6 – 20.80^{o}C$.

На средини укупне дубине асфалтних слојева од 4+6=10 cm, дакле на 5 cm WMAPT = 21.4 ^{o}C

Усвојена је референтна температура асфалтних слојева од 22 ^{o}C.

[1] **Метеоролошки годишњак**, Републички хидрометеоролошки завод, Београд.

4.2 Дубина дејства мраза

Подаци о дубини дејства мраза у тлу и коловозним конструкцијама узети су Публикације о вредностима индекса мраза за главне метереолошке станице у Србији у периоду 1992 – 2014 година, Михајловић, Н., Младеновић, Г. Пут и саобраћај, LXII/2016, а која обухвата и мерења вршена у метеоролошкој станици у Новом Саду – Римски шанчеви и приказани су табели 2[2].

Дубина смрзавања у зони Новог Сада је између 80 и 100 cm.

Табела 2. Индекс мраза за метеоролошку станицу Римски шанчеви – Нови Сад

Година	Индекс мраза (°C×dana)
1992./93.	112
1993./94.	47
1994./95.	58
1995./96.	110
1996./97.	130
1997./98.	28
1998./99.	101
1999./00.	71
2000./01.	19
2001./02.	167
2002./03.	127
2003./04.	51
2004./05.	130
2005./06.	100
2006./07.	9
2007./08.	70
2008./09.	125
2009./10.	72
2010./11.	63
2011./12.	182
2012./13.	34
2013./14.	34

Максимална вредност индекса мраза за метеоролошку станицу Римски шанчеви је 182 °C×dana (зима 2011/2012), а средња вредност три највећа индекса мраза у двадесетогодишњем периоду 159 °C×dana (130 °C×dana (96/97), 167 °C×dana (01/02), 182 °C×dana (11/12)). Услед недовољне количине података за дужи временски период, усваја се вредност 180 °C×dana.

5. САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

Имајући у виду намену саобраћајнице, усвојено је саобраћајно оптерећење од 500 000 стандардних осовина од 80 kN, по смеру кретања возила.

GESO = 500 000 st.os. 80 kN.

Ово саобраћајно оптерећење спада у **лако саобраћајно оптерећење** по броју прелаза стандардне осовине од 80 kN, према стандарду SRPS U.C4.010.

[2] *Вредности индекса мраза за главне метереолошке станице у Србији у периоду 1992 – 2014 година, Михајловић, Н., Младеновић, Г. Пут и саобраћај, LXII/2016.*

6. КАРАКТЕРИСТИКЕ МАТЕРИЈАЛА У НОВОЈ КОЛОВОЗНОЈ КОНСТРУКЦИЈИ

6.1 Постељица

За прорачун је усвојена вредност повратног модула деформације на врху постељице од песковитог материјала M_R = 10.342*CBR = 51.71 MPa, а захтевана вредност калифорнијског индекса носивости за песак је CBR = min 5 %. Дебљина слоја постељице је 30 cm.

При контролним испитивањима изведеног слоја, модул деформације Ev2 = min 50 MPa, и однос Ev2/Ev1<2.4, Ms = 35 MPa.

6.2 Доња подлога од невезаног дробљеног каменог агрегата

Доња подлога коловозне конструкције изводи се од невезаног дробљеног каменог агрегата 0/45 mm (0/63 mm) у свему према SRPS EN 13242:2010.

Калифорнијски индекс носивости за дробљени камени агрегат са мање од 50% (m/m) дробљених зрна је CBR > 40 %. Усвојена је вредност коефицијента замене за овај слој и износи a_4 = 0.14. Дебљина слоја је 20 cm.

6.3 Горња подлога од невезаног дробљеног каменог агрегата

Горња подлога коловозне конструкције изводи се од невезаног дробљеног каменог агрегата 0/31.5 mm у свему према SRPS EN 13242:2010.

Калифорнијски индекс носивости за дробљени камени агрегат са више од 50% (m/m) дробљених зрна је CBR > 80 %. Усвојена је вредност коефицијента замене за овај слој и износи a_4 = 0.14. Дебљина слоја је 15 cm.

6.4 Карактеристике битуменом везаних материјала у хабајућем и битуменизираном носећем слоју

За асфалт бетон је усвојена континуална минерална мешавина типа **AC 11, surf, B 50/70 (стара ознака AB 11, B 50/70)** са коефицијентом замене a_{R1}=0.41 (за минималну захтевану стабилност од 8.0 kN, одговара вредност a_{R1}=0.41) (SRPS U.C4.012), а за носеће битуменизиране слојеве **AC 22, base, B 50/70 (стара ознака BNS 22 (A), B 50/70)** је коефицијент замене a_{R2}=0.38 (за минималну захтевану стабилност од 7.0 kN, одговара вредност a_{R2}=0.38) (SRPS U.C4.012).

7. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ ФЛЕКСИБИЛНЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

7.1 Димензионисање флексибилне коловозне конструкције за лако саобраћајно оптерећење

Димензионисање коловозне конструкције извршено је на основу стандарда SRPS U.C4.012/1981. У овом поглављу биће одређене димензије коловозне конструкције ТИП-а1 (са невезаном подлогом) за пројектни век од n = 20 година и претходно анализирано саобраћајно оптерећење. Улазни параметри за одређивање димензија коловозне конструкције су:

* саобраћајно оптерећење ESO = 500 000.00 st.os. 80 kN
* фактор утицаја средине R = 2
* носивост постељице CBR = 5 %
* почетни индекс употребљивости p_o = 4.2
* крајњи индекс употребљивости p_t = 2.5

За израду застора усваја се асфалт бетон **AC 11, surf, B 50/70 (стара ознака AB 11, B 50/70)**, у дебљини од 4 cm са путним битуменом B 50/70 (SRPS EN 12591:2013). Асфалтни носећи слој ће се изводити од **AC 22, base, B 50/70 (стара ознака BNS 22 (A), B 50/70)**, у дебљини од 6 cm са путним битуменом B 50/70 (SRPS EN 12591:2013).

Укупна носивост битуменом везаних слојева је:

$$SN_1 = 4 * 0.41 + 6 * 0.38 = 3.92\ cm$$

што је веће од потребног конструктивног броја за битуменом везане слојеве, $SN_{1,\ pot}$ = 3.66.

Доња подлога дебљине 15 cm је преко тампона од дробљеног каменог агрегата 0/45 mm (0/63 mm) дебљине 20 cm (SRPS EN 13242).

Укупна носивост пројектоване коловозне конструкције је:

$$SN = 3.92 + 15 * 0.14 + 20 * 0.14 = 8.82\ cm$$

што је веће од потребне носивости SN = 8.56 cm.

Решење флексибилне коловозне конструкције за лако саобраћајно оптерећење је:

Врста слоја	Материјал	Дебљина (cm)
Хабајући слој	AC 11, surf, B 50/70 (AB11)	4.0
Носећи слој	AC 22, base, B 50/70 (BNS 22 (A))	6.0
Доњи носећи слој	NA 0/31.5 mm, CBR>80%, Sz=100%, E_{V2}≥120MPa, E_{V2}/E_{V1}≤2.4, Ms = 85 MPa	15.0
Тампон	NA 0/45 mm (0/63 mm), CBR>40%, Sz=100%, E_{V2}≥90MPa, E_{V2}/E_{V1}≤2.4, Ms = 65 MPa	20.0
Постељица	Рефулисани (мајдански) песак, CBR>5%, min E_{v2}> 50 MPa, Ev2/Ev1<2.4, Sz=100%, Ms = 35 MPa	min. 30.0
Насип	Рефулисани (мајдански) песак, CBR>5%, Sz=100%	променљиво
Геотекстил		

7.2 Провера коловозне конструкције на деловање мраза

Провера коловозне конструкције на дејство мраза је извршена на основу стандарда SRPS U.B9.012/1981.

Ова провера је битна за флексибилну коловозну конструкцију.

Дубина смрзавања у зони Новог Сада је између 80 и 100 cm.

Коловозна конструкција за лако саобраћајно оптерећење дебљине 45 cm и налази на насипу од песка. Завршни слој насипа третиран као постељица од песка дебљине 30 cm.

Максимална сува запреминска маса по Проктору γ_d max > 1.6 t/m^3

Параметри за одређивање дубине дејства мраза су:

- Усвојен материјал γ_d > 1.6 t/m^3
- Степен збијености Sz = 100%
- Индекс мраза IM = 180^{o}C×dana,
- Дебљина коловозне конструкције d = 45 cm,
- Хидролошки услови према стандарду SRPS U.C4.016 су процењени као повољни.

Материјал за постељицу је рефулисани (мајдански) песак који спада у категорију Г2 – слабо до средње осетљив на дејство мраза, SRPS U.E1.012, а тај материјал представља постељицу на коловозним конструкцијама.

Максимална дубина продирања мраза је X ~ 80 cm.

Дубина продирања мраза која се може очекивати током зимског периода је:

$$X - ds = 80 - 45 = 35 \text{ cm}$$

Мраз продире 35 cm испод коловозне конструкције, у насип од песка.

На основу тога се може сматрати да је коловозна конструкција отпорна на деловање мраза.

7.3 Димензионисање сервисног некатегорисаног пута за лако саобраћајно оптерећење

7.3.1 Постељица

Усвојена је вредност повратног модула на врху постељице од локалног материјала M_R = 10.342*CBR = 31.02 MPa, са вредношћу CBR = 3 %.
При контролним испитивањима изведеног слоја, модул деформације Ev2 = 35 MPa, и однос Ev2/Ev1<2.4, Ms = 25 MPa.

7.3.2 Доња подлога од невезаног дробљеног каменог агрегата

Доња подлога коловозне конструкције изводи се од невезаног дробљеног каменог агрегата 0/45 mm (0/63 mm) у свему према SRPS EN 13242:2010.

Калифорнијски индекс носивости за дробљени камени агрегат са мање од 50% (m/m) дробљених зрна је CBR > 40 %. Дебљина слоја је 25 cm.

7.3.3 Горња подлога од невезаног дробљеног каменог агрегата

Горња подлога коловозне конструкције изводи се од невезаног дробљеног каменог агрегата 0/31.5 mm у свему према SRPS EN 13242:2010.

Калифорнијски индекс носивости за дробљени камени агрегат са више од 50% (m/m) дробљених зрна је CBR > 80 %. Дебљина слоја је 15 cm.

7.3.4 Завршни слој од невезаног дробљеног каменог агрегата

Завршни слој се изводи од дробљеног каменог агрегата 0/8 mm у свему према SRPS EN 13242:2010.

Калифорнијски индекс носивости за дробљени камени агрегат са више од 50% (m/m) дробљених зрна је CBR > 80 %. Дебљина слоја је 3 cm. Оваква дебљина и гранулација је одабрана само из разлога укрупњивања слоја од дробљеног каменог агрегата 0/31.5 mm.

7.3.5 Одређивање дебљина некатегорисаог сервисног пута

Усвојено решење коловозне конструкције за сервисни некатегорисани пут је сагласно мери из Извештаја Ревизионе комисије бр. 351-03-02391/2019-07 од 06.08.2020. године:

Врста слоја	Материјал	Дебљина (cm)
Завршни слој	DKA 0/8 mm, CBR>80%, Sz=100%, E_{V2}≥100MPa, E_{V2}/E_{V1}≤2.4, Ms = 70 MPa	3.0
Доњи носећи слој	NA 0/31.5 mm, CBR>80%, Sz=100%, E_{V2}≥100MPa, E_{V2}/E_{V1}≤2.4, Ms = 70 MPa	15.0
Тампон	NA 0/45 mm (0/63 mm), CBR>40%, Sz=100%, E_{V2}≥80MPa, E_{V2}/E_{V1}≤2.4, Ms = 55 MPa	25.0
Постељица	Локални материјал, CBR>3%, min E_{v2}> 35 MPa, Ev2/Ev1<2.4, Sz=100%, Ms = 25 MPa	-

Модул деформације и модул стишљивости за завршни слој је исти као за слој од невезаног агрегата 0/31.5 mm дебљине 15 cm, јер је дебљина завршног слоја мала да би се осетила промена вредности у модулима.

7.4 Избор коловозних конструкција

7.4.1 Усвојена коловозна конструкција пре почетка рампи и на прилазу службеном месту Руменка, за лако саобраћајно оптерећење

У могућем усеку/локалном материјалу пре почетка рампи и приступ службеном месту Руменка:

Врста слоја	Материјал	Дебљина (cm)
Хабајући слој	AC 11, surf, B 50/70 (AB11)	4.0
Носећи слој	AC 22, base, B 50/70 (BNS 22 (A))	6.0
Доњи носећи слој	NA 0/31.5 mm, CBR>80%, Sz=100%, E_{V2}≥120MPa, E_{V2}/E_{V1}≤2.4, Ms = 85 MPa	15.0
Тампон	NA 0/45 mm (0/63 mm), CBR>40%, Sz=100%, E_{V2}≥90MPa, E_{V2}/E_{V1}≤2.4, Ms = 65 MPa	20.0
Постељица	Рефулисани (мајдански) песак, CBR>5%, min E_{v2}> 50 MPa, Ev2/Ev1<2.4, Sz=100%, Ms = 35 MPa	min. 30.0
Насип	Рефулисани (мајдански) песак, CBR>5%, Sz=100%	променљиво
Геотекстил		

На насипу рампи и приступ службеном месту Руменка:

Врста слоја	Материјал	Дебљина (cm)
Хабајући слој	AC 11, surf, B 50/70 (AB11)	4.0
Носећи слој	AC 22, base, B 50/70 (BNS 22 (A))	6.0
Доњи носећи слој	NA 0/31.5 mm, CBR>80%, Sz=100%, E_{V2}≥120MPa, E_{V2}/E_{V1}≤2.4, Ms = 85 MPa	15.0
Тампон	NA 0/45 mm (0/63 mm), CBR>40%, Sz=100%, E_{V2}≥90MPa, E_{V2}/E_{V1}≤2.4, Ms = 65 MPa	20.0
Постељица	Рефулисани (мајдански) песак, CBR>5%, min E_{v2}> 50 MPa, Ev2/Ev1<2.4, Sz=100%, Ms = 35 MPa	min. 30.0
Насип	Рефулисани (мајдански) песак, CBR>5%, Sz=100%	променљиво
Геотекстил		

7.4.2 Усвојена коловозна конструкција на надвожњаку

Врста слоја	Материјал	Дебљина (cm)
Хабајући слој	AC 11, surf, B 50/70 (AB11)	4.0
Слој за заштиту хидроизолације	AC 11, base, B 50/70 (AB11)	3.0
Слој хидроизолације	Хидроизолација	~ 1.0
Мостовска конструкција	Бетонска мостовска плоча	-

7.4.3 Усвојена коловозна конструкција на сервисном (некатегорисаном) путу од дробљеног каменог агрегата, за лако саобраћајно оптерећење

Врста слоја	Материјал	Дебљина (cm)
Завршни слој	DKA 0/8 mm, CBR>80%, Sz=100%, E_{V2}≥100MPa, E_{V2}/E_{V1}≤2.4, Ms = 70 MPa	3.0
Доњи носећи слој	NA 0/31.5 mm, CBR>80%, Sz=100%, E_{V2}≥100MPa, E_{V2}/E_{V1}≤2.4, Ms = 70 MPa	15.0
Тампон	NA 0/45 mm (0/63 mm), CBR>40%, Sz=100%, E_{V2}≥80MPa, E_{V2}/E_{V1}≤2.4, Ms = 55 MPa	25.0
Постељица	Локални материјал, CBR>3%, min E_{v2}> 35 MPa, Ev2/Ev1<2.4, Sz=100%, Ms = 25 MPa	-

Београд 04. 2021.

Бојан Ратковић, дип. инж. грађ.

2/3.1.1.5.2.6 НУМЕРИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА

ПРИЛОГ 1, ПРОРАЧУН КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ЗА ЛАКО САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

Td =	118.48	st.os. (80kN)				
365*Td =	43249	st.os. (80kN)				
projektni period:						
n =	20	god.				
r =	0.015					
q =	23.12					
GESO =	1.00E+06	st.os. (80kN)				
PO smeru =	5.00E+05	st.os. (80kN)		Tu =	500,000.13	st.os.
proracun						
log Tu =	5.699926359	st.os. (80kN)		Tu =	501,102.26	st.os.
SNpot =	7.93					
Gt =	-0.201					
S =	4.684	**indeks nosivosti tla**				
R =	2					
CBR post =	5	%	Eo =	51.71	MPa	
po =	4.2					
pt =	2.5					

debljina bitumenom vezanih slojeva

TIP I

log da =	0.983	
da =	9.62	cm

strukturni broj bitumenom vezanih slojeva

ar =	0.38	
SN1pot =	3.66	cm

asfalt beton: AB 11

usvojeno: d ab = 4.0 cm

a1 = 0.41

bitumenizirani noseci sloj:

d_{BNS} = 5.8 cm

usvojeno: d_{BNS} = 6.0 cm

a2 = 0.38

indeks debljine - strukturni broj bitumenom vezanih slojeva:

SN1* = 3.92 cm

ukupna debljina nosecih slojeva

SNpot - SN1* < $\Sigma a_и d_и$ SNpot - SN1* = 4.64

$\Sigma a_и d_и$ = 4.90

a_{NA} =	0.14	d_{NA} =	15	cm	dka 0/31
a_{tamp} =	0.14	d_{tamp} =	20	cm	dka 0/63

Strukturni broj dimenzionisane kolovozne konstrukcije je:

SNstv = 8.82 cm

Potrebni strukturni broj je:

SNpot = 8.56 cm SNstv>SNpot

Београд 04. 2021.

Бојан Ратковић, дип. инж. грађ.